

L'isolement

1. Problématique

La première mesure de sécurité adoptée pour la protection des utilisateurs contre les parties sous tension est l'isolation des parties actives. Toutefois, il arrive que cette isolation se dégrade ce qui aboutit à un défaut d'isolement. Il y a alors risque d'apparition d'une tension dangereuse sur des parties normalement hors tension (masses métalliques) entraînant un risque de contact indirect pour l'utilisateur.

2. Définitions

2.1. Isolement

L'isolement est la capacité d'une isolation électrique à assurer la protection des utilisateurs vis-à-vis des parties actives sous tension.

2.2. Défaut d'isolement

Les installations électriques, lorsqu'elles vieillissent, voient leurs isolants se dégrader (isolation des conducteurs, des fils de bobinage des transformateurs et moteurs...). Les facteurs accélérant cette dégradation sont principalement dus aux influences externes dont :

- *Vieillessement thermique des isolants (surcharge, présence d'harmoniques...),*
- *Détérioration mécanique des isolants (chocs, cassures...),*
- *Présence de poussières et d'humidité,*
- *Surtensions (foudre, manœuvres, défauts d'isolement sur la HT...), etc.*

2.3. Conducteurs actifs

Un conducteur actif est un conducteur qui véhicule de l'énergie électrique (phases, phases interrompues, neutre, etc.).

Le conducteur de Protection Equipotentielle n'est pas un conducteur actif.

3. Vérification de l'isolement

La mesure de l'isolement d'un appareil doit se faire hors tension avec un appareil spécifique appelé contrôleur d'isolement ou mégohmmètre.

Il est possible de mesurer la résistance d'isolement d'une installation en mesurant la résistance d'isolement à l'origine de l'installation. Si la résistance d'isolement est inférieure à ce que demande la norme, il faut alors vérifier départ par départ, puis appareil par appareil.

Lorsque les récepteurs sont déconnectés automatiquement à la mise hors tension de l'installation (contacteurs, relais à manque de tension...), la résistance d'isolement doit être mesurée directement aux bornes des récepteurs.

La norme NF C 15-100 impose une tension de test d'isolement qui est fonction de la tension nominale d'alimentation U_n de l'appareil en cours de test. A l'aide de votre documentation ressource, complétez le tableau suivant avec les tensions d'essai normalisées ainsi que la valeur de la résistance d'isolement minimale.

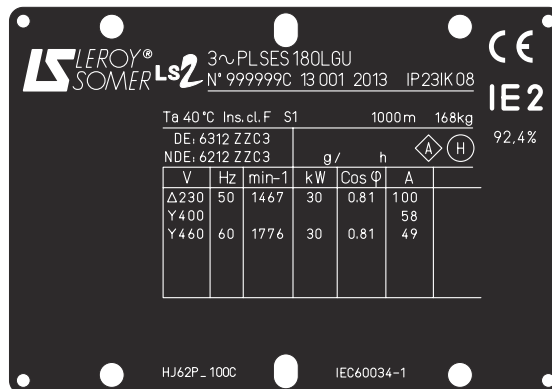
Tension nominale du circuit	Tension d'essai	Résistance d'isolement minimale
$U_n \leq 50 \text{ V}$	250 Vdc	0,25 M Ω
$50 < U_n \leq 500 \text{ V}$	500 Vdc	0,5 M Ω
$U_n > 500 \text{ V}$	1000 Vdc	1 M Ω

La mesure de la résistance d'isolement se fait lors d'opérations de maintenance préventive ou curative et fait l'objet d'un suivi dans le temps appareil par appareil. Une brusque diminution de l'isolement conduira à remplacer ou faire remettre en conformité l'appareil en défaut.

4. Applications

4.1. Vérification de l'isolement d'un moteur

On vous demande de vérifier l'isolement d'un moteur dont la plaque signalétique est reproduite ci-dessous (© Leroy Somer).



LS LEROY SOMER **LS2** 3~PLSES 180L GU
 N° 999999C 13.001.2013 IP23IK08 CE IE2
 Ta 40°C Ins. cl. F S1 1000m 168kg 92,4%
 DE, 6312 ZZO3
 NDE, 6212 ZZO3

V	Hz	min-1	kW	Cos Φ	A
Δ 230	50	1467	30	0.81	100
Y400					58
Y460	60	1776	30	0.81	49

HJ62P_100C IEC60034-1

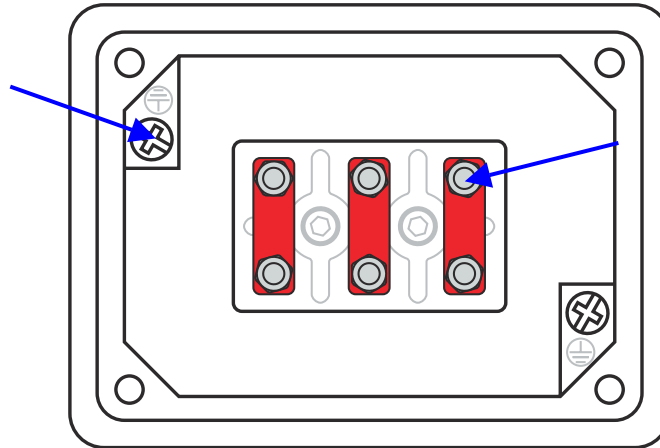
Donnez la valeur minimale de la résistance d'isolement que l'on doit avoir :

La tension nominale d'alimentation du moteur U_n est de 400 V à 50 Hz, la valeur minimale de la résistance d'isolement doit donc être de 0,5 M Ω ($50 < U_n \leq 500 \text{ V}$).

Quelle doit être la valeur de la tension d'essai utilisée pour faire cette mesure de la résistance d'isolement ?

*La valeur de la tension d'essai doit être de 500 V continu ($50 < U_n \leq 500 \text{ V}$).
 Cette tension est supérieure à la tension limite de sécurité de 120 V continu, il faut utiliser les Equipements de Protection Individuelle !*

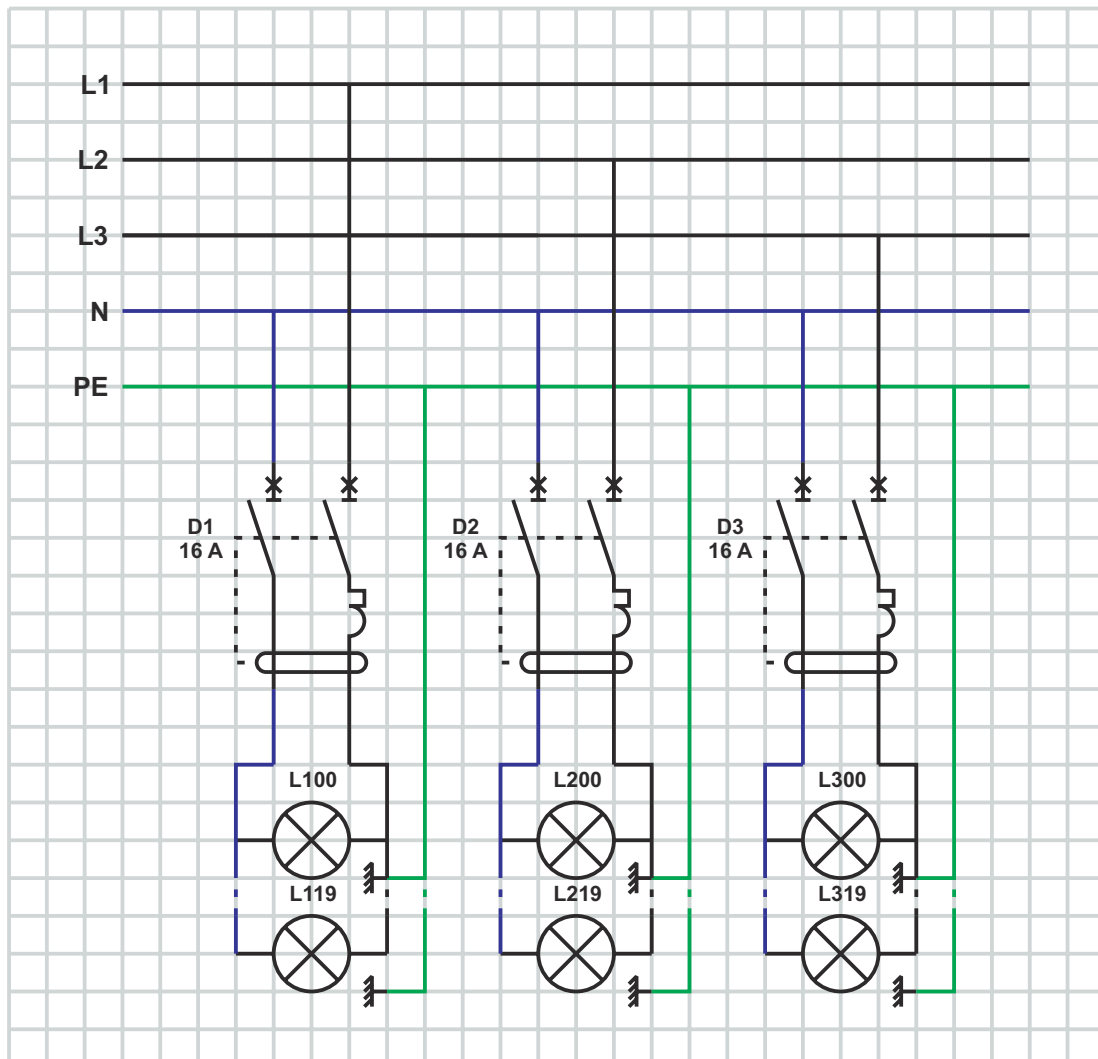
Sur la figure ci-dessous, représentez par des flèches l'emplacement où vous allez placer les pointes de touche du contrôleur d'isolement.



Nous placerons une des pointes de touche sur un des conducteurs actifs de la plaque à bornes, l'autre étant sur la borne de raccordement à la terre ou la carcasse du moteur.

4.2. Vérification de l'isolement d'une rampe d'éclairage

On vous demande de vérifier l'isolement du circuit éclairage d'un atelier dont le schéma de principe simplifié est reproduit ci-dessous (chaque phase comporte 20 réglettes fluorescentes).



A partir du symbole, donnez la (les) fonction(s) remplie(s) par l'appareil repéré **DI**.

DI est un disjoncteur - sectionneur magnétothermique différentiel unipolaire + neutre. Il assure la protection de l'installation contre les courts-circuits (déclencheur magnétique du disjoncteur), contre les surcharges (déclencheur thermique du disjoncteur), la protection des utilisateurs (dispositif différentiel résiduel) et des intervenants électriciens (sectionneur).

Tous les disjoncteurs domestiques disposent obligatoirement d'une fonction sectionnement.

Donnez la procédure à adopter afin de réaliser le contrôle de l'isolement en un temps minimum.

Consigner le disjoncteur alimentant le départ concerné afin de mettre hors tension les portions du circuit faisant l'objet d'une mesure d'isolement. Placer les pointes de touche directement en aval du disjoncteur entre l'un des conducteurs actifs et le conducteur de protection équipotentielle. Faire la mesure.

Quelle doit être la tension de test lors de la mesure de l'isolement ?

Chaque réglette fluorescente est alimentée sous une tension nominale U_n de 230 V, la tension de test doit donc être de 500 V continu ($50 < U_n \leq 500$ V).

Quelle doit être la valeur minimale de la résistance d'isolement d'une réglette fluorescente ?

La résistance d'isolement de chaque réglette fluorescente doit être au minimum de 0,5 M Ω .

Suite à la consignation de **D2**, en plaçant le contrôleur d'isolement en aval de ce dernier, la valeur de la résistance d'isolement mesurée est de 125 k Ω . Cette valeur est-elle anormale ?

La résistance d'isolement doit être supérieure à 0,5 M Ω pour chacune des réglettes. Si chacune des réglettes fluorescentes a une valeur de résistance d'isolement R_{L200} à R_{L219} égale au minimum soit 0,5 M Ω , les vingt réglettes en parallèle ont donc une résistance d'isolement équivalente R_e :

$$\frac{1}{R_e} = \frac{1}{R_{L200}} + \frac{1}{R_{L201}} + \dots + \frac{1}{R_{L219}} \quad R_e = \frac{R_{LXXX}}{20} \quad R_e = \frac{0,5 \times 10^6}{20} \quad R_e = 25 \times 10^3$$

La valeur du groupement de 20 réglettes fluorescentes doit donc avoir une résistance d'isolement supérieure à 25 k Ω . Une valeur de 125 k Ω n'est donc, a priori, pas anormale.

Cette mesure permet-elle de conclure que l'isolement est correct ?

Considérons que 19 des réglettes (L_{200} à L_{218}) ont une résistance d'isolement de $0,6 M\Omega$, la vingtième (L_{219}) ayant, elle, une résistance d'isolement de $120 k\Omega$, la résistance équivalente vaudrait alors :

$$\frac{I}{R_{e19}} = \frac{I}{R_{L200}} + \frac{I}{R_{L201}} + \dots + \frac{I}{R_{L218}} \quad R_{e19} = \frac{R_{LXXX}}{19} \quad R_{e19} = \frac{0,6 \times 10^6}{19} \quad R_{e19} \approx 31,6 \times 10^3$$

$$\frac{I}{R_e} = \frac{I}{R_{e19}} + \frac{I}{R_{L219}} \quad R_e = \frac{R_{e19} \times R_{L219}}{R_{e19} + R_{L219}} \quad R_e = \frac{31,6 \times 10^3 \times 120 \times 10^3}{31,6 \times 10^3 + 120 \times 10^3} \quad R_e \approx 25 \times 10^3$$

Si une seule des 20 réglettes présente un défaut d'isolement ($R_{rf20} = 120 k\Omega$), le groupement donne la même valeur que celle précédemment calculée avec toutes les réglettes ayant un isolement conforme. Notre mesure ne nous permet donc pas de conclure que l'isolement des 20 réglettes est conforme.

Comment procéder pour être sûr que chacune des réglettes fluorescentes est conforme sur le plan de l'isolement ?

La seule façon de s'assurer que l'isolement est correct consiste à procéder à une mesure de l'isolement de chaque réglette individuellement. Pour cela, il faut les débrancher une par une et procéder à la mesure.

Si la mesure faite en aval de D2 avait donné une valeur supérieure aux $0,5 M\Omega$ imposés par la norme, aucune mesure supplémentaire n'aurait été nécessaire.